

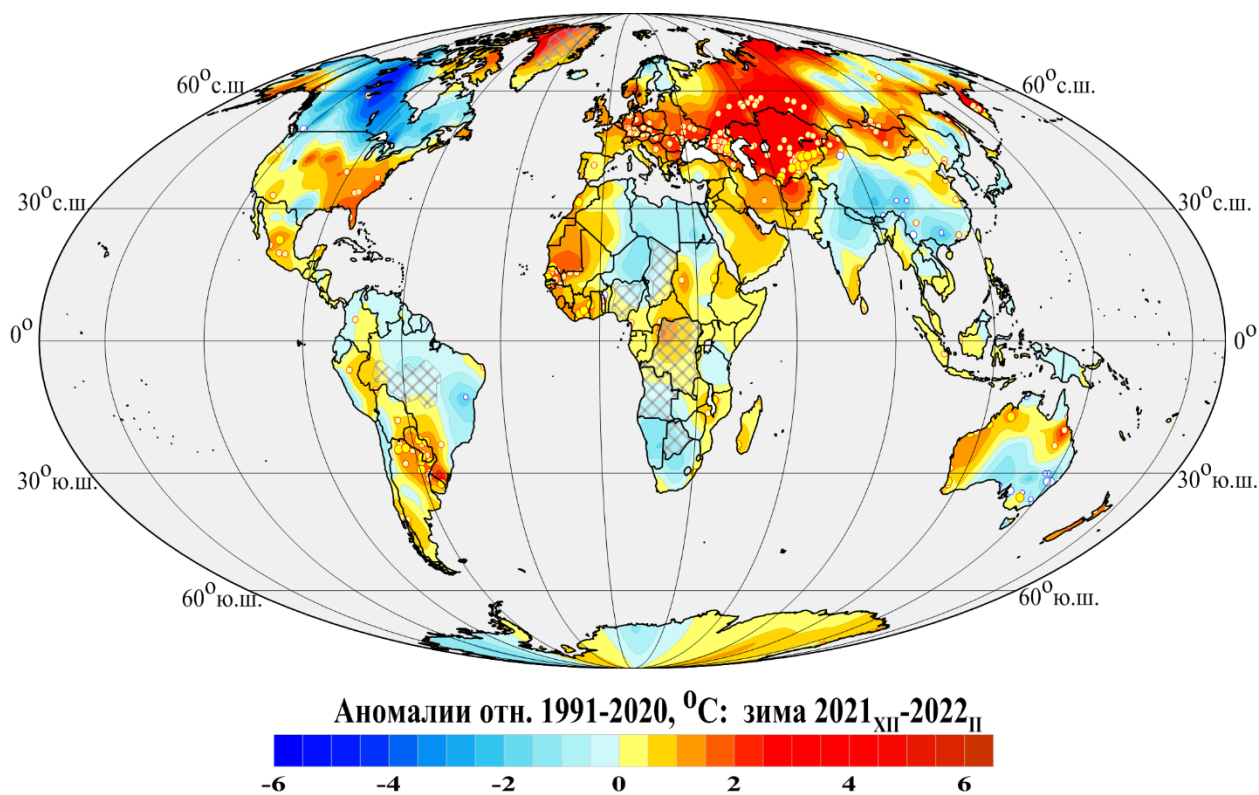
Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды

ФГБУ «Институт глобального климата и экологии
имени академика Ю.А. Израэля»

Бюллетень мониторинга изменений климата Земного шара

Приземная температура

Зима 2021_{ХІІ}-2022_{ІІ}



Москва 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ^{1,2}

1. ВВЕДЕНИЕ	3
2. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА ЗИМОЙ 2021/22 г. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ	6
3. КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОГО ШАРА ЗА ПЕРИОД ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ 1850-2022 гг. (зимний сезон)	11
4. ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ РЕГИОНАЛЬНО ОСРЕДНЕННЫХ АНОМАЛИЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, 1911-2022 гг. (зимний сезон)	15
5. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА, 1976-2022 гг. (зимний сезон)	19
6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	23

¹ Бюллетень подготовлен в ФГБУ «ИГКЭ». Данные текущих наблюдений (сводки КЛИМАТ и СИНОП из оперативного потока) подготовлены в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» и ФГБУ «Гидрометцентр РФ». Все Бюллетени мониторинга климата, сезонные и годовые, выпускаемые в ФГБУ «ИГКЭ», размещаются на сайте <http://climatechange.igce.ru/>

² На обложке приведено поле средних сезонных аномалий температуры приземного воздуха над сушей Земного шара: зима 2021/2022 гг. (данные T3288, ИГКЭ)

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящем бюллетене представлены данные о климатических аномалиях температурного режима зимнего сезона 2021-2022 годов у поверхности земного шара и обновленные (с учетом этих данных) оценки тенденций в его изменении в течение 1976–2022 гг. Оценки приведены для зимнего сезона в целом (зима – в Северном полушарии, лето – в Южном) и каждого из месяцев (декабрь, январь, февраль).

Бюллетень подготовлен в рамках оперативного мониторинга климата GCCM (Global Climate Change Monitoring) в ФГБУ «ИГКЭ»³ с использованием данных метеорологических наблюдений о среднемесячной температуре приземного воздуха на 3288 наземных станциях земного шара (массив T3288, данные ИГКЭ; массив сформирован и ежемесячно пополняется в процессе оперативного мониторинга на основе сводок КЛИМАТ, СИНОП).

Параллельно в бюллетене приводятся оценки по данным о приповерхностной температуре (температура приземного воздуха над сушей и поверхностного слоя воды на акваториях океанов) на глобальной сети 5-градусных боксов, охватывающей всю территорию земного шара, включая континенты и океаны (массив HadCRUT5, объединяющий данные массивов CRUTEM5 и HadSST4 – данные Великобритании)⁴.

Из данных Великобритании, кроме сеточных данных, в бюллетене используются глобальные временные ряды HadCRUT5, CRUTEM5, HadSST4, которые, как и сеточные данные, ежемесячно скачиваются с сайта производителя и анализируются как дополнительная информация из альтернативного источника. Все данные Великобритании используются без какой-либо корректировки; в бюллетене упоминаются как «данные Hadley/CRU».

Таким образом, базовым массивом для оценки температурных условий на суше земного шара служит массив T3288, а массив HadCRUT5 используется для создания полной картины над сушей и океанами. В соответствии с рекомендацией WMO-No.1203, все основные оценки приводятся в аномалиях относительно базового периода 1991-2020 гг. Термины «приземная температура» и «приповерхностная температура» используются в бюллетене как синонимы.

Развернутый комментарий к материалам бюллетеня с описанием используемых источников, сети станций и элементов методики мониторинга размещен на сайте ИГКЭ (см. файл «О бюллетене GCCM (read me)»).

Сравнение глобальных временных рядов сезонных аномалий температуры приземного воздуха по данным T3288 (ИГКЭ) и CRUTEM5 (Hadley/CRU). Цель предлагаемого сравнения - с одной стороны, убедиться в репрезентативности массива

³ Решение Центральной методической комиссии по гидрометеорологическим и геологофизическим прогнозам от 20 декабря 2016 г. – <http://method.meteorf.ru>

⁴ Массивы CRUTEM5 (температура воздуха над сушей), HadSST3 (температура воды на поверхности океанов и морей) и HadCRUT5 (объединенные данные над континентами и океанами) созданы и поддерживаются совместно двумя коллективами Великобритании – Хэдли-центром (Met Office Hadley Centre) и Университетом Восточной Англии (CRU UEA). Данные ежемесячно обновляются и публикуются производителем на web-сайтах <http://www.MetOffice.gov.uk> и <http://www.cru.uea.ac.uk> в форме глобальных сеточных полей (в центрах 5-градусных боксов) и глобально осредненных временных рядов (для Земного шара и обоих полушарий). В данном выпуске использованы данные HadCRUT.5.0.1.0, CRUTEM.5.0.1.0, HadSST.4.0.1.0 от 25.04.2022.

T3288, а с другой – оценить меру неопределенности оценок, полученных с использованием единой системы наблюдений, но разных методов и технологий сбора данных, их обработки и анализа.

Количественные результаты сравнения (статистические характеристики попарных разностей) по данным за 1976-2022 гг. (период современного глобального потепления) и 1923-2022 гг. (последнее столетие) приведены в таблице 1.1 для Земного шара, Северного и Южного полушарий. Среднее абсолютное различие рядов за эти периоды 0.03-0.06°C, стандартное отклонение различий (0.030–0.060°C) на порядок ниже стандартного отклонения самих рядов (0.28–0.68°C). При этом ряды характеризуются исключительно высокой корреляцией (0.988-0.998) и предельно низким различием трендов (0.001-0.014°C/10 лет).

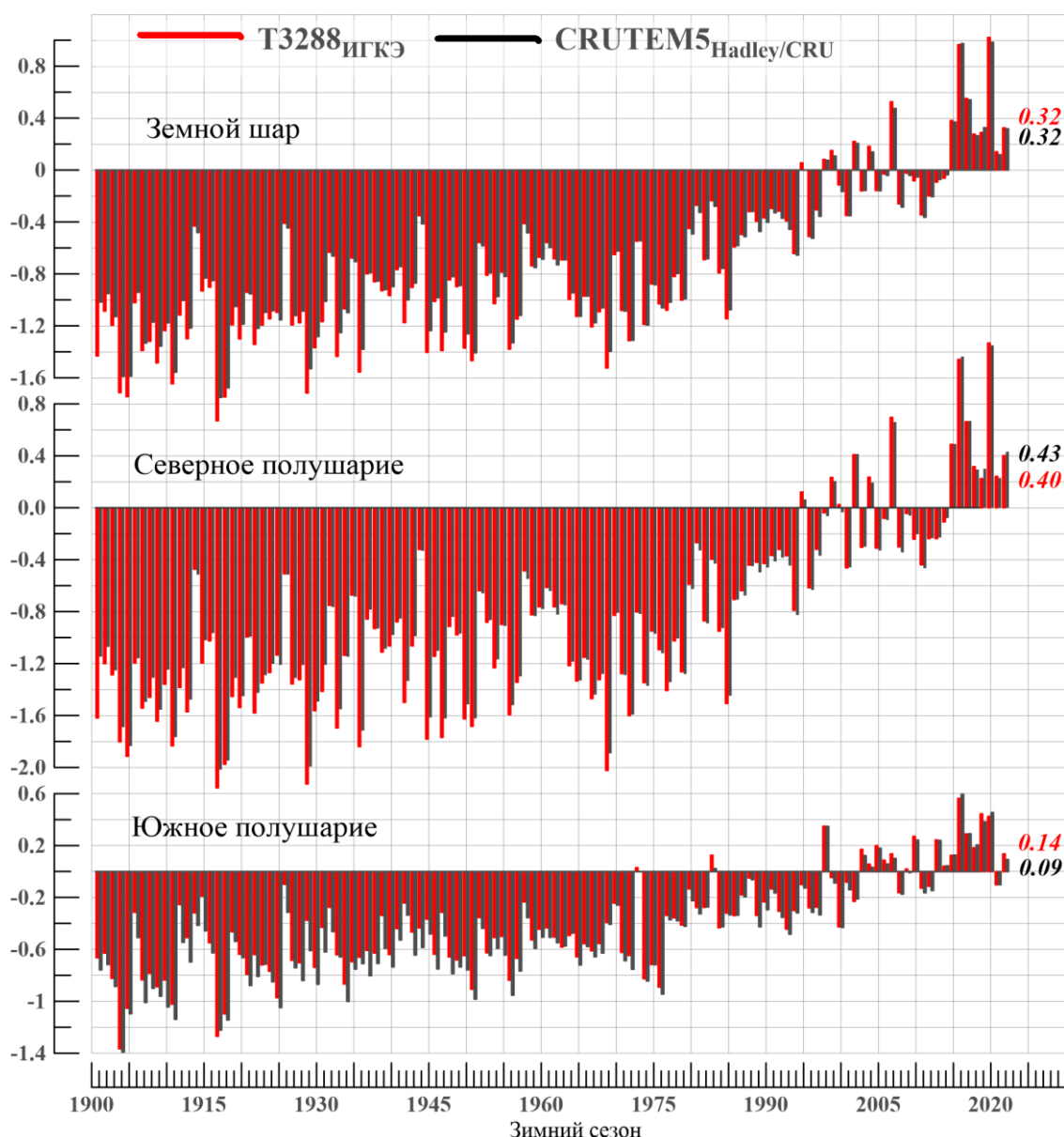


Рисунок 1.1 – Временные ряды пространственно осредненных сезонных аномалий температуры приземного воздуха над сушей Земного шара, Северного и Южного полушарий (°C, 1901-2022 гг., зимний сезон)

Использованы временные ряды, рассчитанные по данным массива T3288 (ИГКЭ Росгидромета) и оригинальные глобальные временные ряды CRUTEM5 (Hadley/CRU). Справа приведены числовые значения сравниваемых рядов в последней точке (зима 2021/22 гг.).

Таким образом, статистические оценки изменчивости сезонных аномалий температуры приземного воздуха (зима), полученные по данным массива T3288 (ИГКЭ) и всемирно признанного массива CRUTEM5 (Hadley/CRU), очень близки, особенно в последние ~50 лет.

Таблица 1.1 – Оценки близости/различия глобальных временных рядов T3288 (ИГКЭ) и CRUTEM5 (Hadley/CRU) в среднем для территории суши Земного шара (ЗШ), Северного (СП) и Южного (ЮП) полушарий

Статистика (зимний сезон)	1976-2022			1923-2022		
	ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
Корреляция рядов	0.998	0.998	0.995	0.996	0.997	0.988
Среднее различие, °C	0.014	0.013	0.026	-0.012	-0.015	0.060
СКО (сигма) различий, °C	0.032	0.034	0.030	0.059	0.058	0.060
Среднее абсолютное различие, °C	0.028	0.030	0.031	0.042	0.044	0.063
Макс. абсолютное различие, °C	0.078	0.076	0.104	0.188	0.205	0.254
Разность коэфф. тренда, °C/10лет	-0.001	-0.005	-0.008	0.009	0.010	-0.014
СКО T3288, °C	0.475	0.588	0.283	0.569	0.682	0.337
СКО CRUTEM4, °C	0.467	0.585	0.291	0.535	0.650	0.361

По данным таблицы 1.2 можно более детально проследить динамику этих рядов за последние 7 лет, начиная с экстремального 2016 года. Красным шрифтом в таблице выделены абсолютные максимумы зимних температур за весь период наблюдений (с 1901 г.), синим – сезоны с температурой ниже «климатической нормы» 1991-2020 гг. В последней строке приведена разность между температурой сезона 2021/22 и соответствующим абсолютным максимумом, свидетельствующая о весьма значительных колебаниях глобальной температуры в этот период.

Таблица 1.2 – Ход сезонных аномалий температуры приземного воздуха пространственно осредненных по территории суши Земного шара и полушарий, в течение последних 7 лет (по данным массивов T3288 и CRUTEM5)

Год (зимний сезон)	T3288, °C			CRUTEM5, °C			$\Delta = T3288 - CRUTEM5, ^\circ C$		
	ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
2015/16	0.966	1.142	0.563	0.973	1.162	0.596	-0.01	-0.02	-0.03
2016/17	0.551	0.662	0.290	0.541	0.666	0.291	0.01	-0.00	-0.00
2017/18	0.276	0.316	0.183	0.263	0.293	0.204	0.01	0.02	0.02
2018/19	0.288	0.224	0.445	0.326	0.297	0.384	-0.04	-0.07	0.06
2019/20	1.021	1.269	0.425	0.983	1.248	0.455	0.04	0.02	-0.03
2020/21	0.140	0.241	-0.102	0.117	0.227	-0.102	0.02	0.01	0.00
2021/22	0.324	0.403	0.136	0.317	0.430	0.092	0.01	0.03	0.04
2021/22-max	-0.697	-0.866	-0.427	-0.666	-0.818	-0.504	-0.03	-0.05	0.08

Примечание. Пояснения к таблице см. в тексте

Можно видеть, что глобальная температура текущего сезона 2021/22 (над сушей) оказалась значительно ниже последнего максимума (на 0.4-0.5°C в Южном полушарии и на 0.7-0.9°C – в Северном - см. последнюю строку табл. 1.2), причем столь резкое снижение температуры не было монотонным. Особенно заметную роль в Северном полушарии

сыграло скачкообразное (более чем на градус) повышение температуры зимнего сезона от 2018/19 года к 2019/20 и почти такое же понижение в 2020/21.

2. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМНОГО ШАРА ЗИМОЙ 2021/22 Г. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ

Зимний сезон 2021/2022 стал шестым самым теплым сезоном в среднем по всей территории (суша+море) Земного шара и Северного полушария, и седьмым – по территории Южного полушария. Среди самых теплых зим на суше Земного шара сезон занимает шестую/седьмую строку (по данным T3288/CRUTEM5, соответственно), а на акваториях океанов (HadSST4) – пятую в целом по Земному шару, но четвертую и шестую в Северном и Южном полушариях (детали см. в табл. 2.1).

Таблица 2.1 – Самые теплые зимние сезоны для Земного шара, Северного и Южного полушарий по данным разных источников: средняя за зимний сезон аномалия температуры VT и год наблюдения

Ранг	ЗШ		СП		ЮП	
	VT, °C	Год	VT, °C	Год	VT, °C	Год
HadCRUT5 (Hadley/CRU, суша+море)						
1	0.569	2016	0.803	2016	0.351	2020
2	0.525	2020	0.698	2020	0.335	2016
3	0.384	2017	0.498	2017	0.292	2019
4	0.274	2019	0.380	2018	0.270	2017
5	0.225	2018	0.363	2007	0.254	2010
	0.218 (6)	2022	0.329 (6)	2022	0.107 (7)	2022
T3288 (ИГКЭ, суша)						
1	1.021	2020	1.269	2020	0.563	2016
2	0.966	2016	1.142	2016	0.445	2019
3	0.551	2017	0.696	2007	0.425	2020
4	0.526	2007	0.662	2017	0.348	1998
5	0.381	2015	0.487	2015	0.290	2017
	0.324(6)	2022	0.403 (7)	2022	0.136 (11)	2022
CRUTEM5 (Hadley/CRU, суша)						
1	0.983	2020	1.248	2020	0.596	2016
2	0.973	2016	1.162	2016	0.455	2020
3	0.541	2017	0.666	2017	0.384	2019
4	0.473	2007	0.659	2007	0.347	1998
5	0.369	2015	0.490	2015	0.291	2017
	0.317 (7)	2022	0.430 (6)	2022	0.092 (13)	2022
HadSST4 (Hadley/CRU, море)						
1	0.398	2016	0.462	2016	0.343	2016
2	0.339	2020	0.379	2020	0.304	2020
3	0.266	2019	0.259	2019	0.272	2019
4	0.219	2017	0.251	2022	0.212	2017
5	0.213	2022	0.228	2017	0.204	1998
					0.177 (6)	2022

Примечание: В последней строке для каждого типа данных (HadCRUT5, CRUTEM5, T3288, HadSST4) приведено значение аномалии 2022 года и в скобках – его ранг (если он более 5)

Особенности географического распределения сезонных аномалий. На рисунках 2.1–2.2 представлены пространственные распределения аномалий температуры для сезона в целом и для каждого из зимних месяцев, а в таблицах 2.2-2.4 – оценки для крупных

регионов Земного шара. В частности, в таблице 2.2 приведены регионально осредненные значения аномалий (в абсолютной и вероятностной шкале), в таблице 2.3 – региональные частотные распределения точечных значений по знаку аномалий и их интенсивности, в таблице 2.4 – доля 5%-х экстремумов холода/тепла на территории региона.

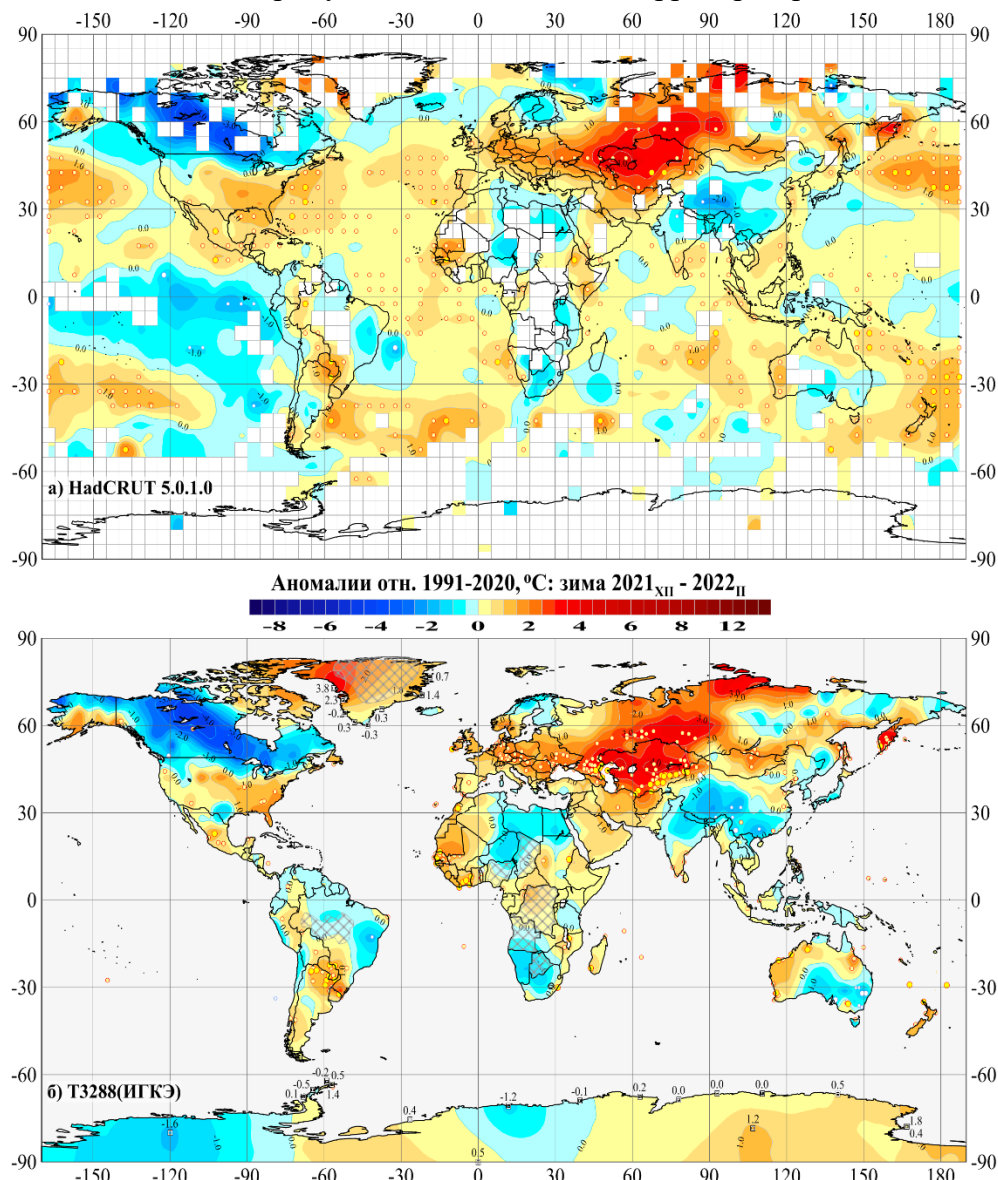


Рисунок 2.1 – Пространственное распределение сезонных аномалий приземной температуры ($^{\circ}\text{C}$) на территории Земного шара зимой 2021-2022 гг.: а) по сеточным данным HadCRUT5 (Hadley/CRU UK); б) по станционным данным T3288 (ИГКЭ).

Аномалии приведены в отклонениях от средних за 1991-2020 гг. Кругами белого (минимумы) и желтого (максимумы) цвета указано положение боксов/станций с рекордными значениями аномалий. Значками меньшего размера указано положение 5%-х экстремумов того же знака. Для станций Антарктиды и Гренландии непосредственно в точках расположения станций показаны числовые значения наблюдаемых аномалий. Пустыми боксами (а) и штриховкой (б) показаны области отсутствия наблюдений.

В соответствии с данными таблицы 2.2, зимой 2021/22 г. рекордно теплые условия сложились в северных частях Атлантического (15-70N) и Тихого океанов (20-65N) и в Умеренном поясе Южного полушария (в основном, за счет теплых океанов и центральных районов Южной Америки).

Таблица 2.2 - Пространственно осредненные значения аномалии приземной температуры на территории Земного шара зимой 2021-2022 гг. (°C) и их вероятности превышения, в среднем за сезон и в каждом из месяцев

Регион	Зима		Декабрь		Январь		Февраль	
	vT	F%	vT	F%	vT	F%	vT	F%
HadCRUT5 (суша+море)								
Земной шар	0.22	95.5	0.24	95.5	0.24	95.5	0.18	92.8
Северное полушарие	0.33	95.5	0.33	95.5	0.38	95.5	0.28	96.4
Южное полушарие	0.11	94.6	0.14	94.6	0.09	91.9	0.09	92.8
Атлантика (15-70N)	0.45	100	0.52	100	0.41	100	0.43	100
Тихий океан (20-65N)	0.41	100	0.40	98.2	0.39	98.2	0.43	99.1
Арктический пояс (65-90N)	0.10	79.1	-1.03	46.4	0.91	86.4	0.64	81.8
Умеренный пояс СП (25-65N)	0.50	97.3	0.63	97.3	0.46	96.4	0.41	92.7
Тропики (25S-25N)	0.09	90	0.08	90	0.16	93.6	0.02	86.4
Умеренный пояс ЮП (65-25S)	0.31	100	0.30	99.1	0.34	99.1	0.31	100
Антарктический пояс (90-65S)	-0.04	54.7	0.15	66.3	-0.20	42.9	-0.02	62.6
IGCE-T3288 (суша)								
Земной шар	0.32	95.5	0.39	95.5	0.40	94.6	0.17	91.0
Северное полушарие	0.40	94.6	0.42	93.7	0.50	94.6	0.28	91.9
Южное полушарие	0.14	91.0	0.32	97.3	0.14	90.1	-0.07	82.0
Северная Америка	-0.51	66.4	0.59	81.8	-0.68	53.6	-1.34	44.5
Евразия	0.88	96.4	0.33	80.9	1.24	96.4	1.03	94.5
Южная Америка	0.19	91.8	0.28	95.5	0.35	92.7	-0.02	72.7
Африка	0.16	88.2	0.47	95.5	-0.10	69.1	-0.03	77.3
Австралия	-0.03	72.7	0.43	81.8	0.08	78.2	-0.65	32.7
Антарктида	-0.29	36.4	-0.15	46.1	-1.04	11.7	0.33	75.3
Европа	1.40	95.5	-0.50	55.5	1.14	85.5	3.61	95.5
Азия	0.71	92.7	0.50	83.6	1.25	96.4	0.30	85.5
CRUTEM4 (суша)								
Земной шар	0.32	94.6	0.41	96.4	0.36	94.6	0.18	91.9
Северное полушарие	0.43	95.5	0.50	95.5	0.46	94.6	0.33	92.8
Южное полушарие	0.09	89.2	0.21	93.7	0.17	93.7	-0.10	81.1

Условные обозначения.

1. vT, °C – наблюденная аномалия 2021/2022 году (базовый период 1991-2020 гг.);
2. F% – значение эмпирической функции распределения $F = \text{prob}(X \leq vT_{2022})$ по данным за 1911-2020 гг. (вероятность превышения)
3. Красным шрифтом выделены абсолютные максимумы (наибольшие из всех значений ряда за 1911-2022 гг.), синим - отрицательные аномалии.

В целом (рис. 2.1, табл. 2.3), преобладают положительные сезонные аномалии (температура выше климатической нормы 1991-2020 гг.), которые этой зимой составили 63% данных глобальной сети 5-градусных боксов (HadCRUT5, суша+море) и 64.1% всех данных наземных станций (T3288, только суша). Из регионов выделяются: Евразия (положительные аномалии на 71.6% станций – в Сибири, Малой и Центральной Азии) и северные части Атлантического (15-70N, 81.5%) и Тихого (20-65N, 72.7%) океанов.

Напротив, температура ниже нормы наблюдалась в Канаде (48.7% станций Северной Америки), в Юго-восточной Азии (34.7% азиатских станций), на юге Австралии (51.6%

станций), в Африке (32.1% станций – в Египте, Ливии, Нигере, Намибии, Ботсване), в приэкваториальных широтах Тихого океана (31.4% станций зоны 25S-25N).

Основные особенности сезона (рис. 2.1-2.2, табл. 2.2-2.4). Одной из основных особенностей сезона стали экстремально теплые условия в океанах Северного (в северных частях Атлантического и Тихого океанов) и Южного полушарий (умеренных широтах Индийского, Атлантического и Тихого океанов). Так, осредненные по Северной Атлантике (15-70°с.ш.) аномалии, сезонные и в каждом из месяцев, – максимальные величины в соответствующих временных рядах, а доля значений выше 95-го перцентиля в течение всех трех месяцев была выше 25% (33.3%, 25.9%, 31.1% соответственно). При этом в декабре область тепла распространялась на США и Мексику и включала 33.3% станций Северной Америки. В северной части Тихого океана сезонная аномалия $+0.41^{\circ}\text{C}$ – максимальная величина в ряду; особенно тепло было в декабре и в январе (72.7% и 21.4% значений выше 95-го перцентиля). 5%-е экстремумы тепла наблюдались также в поясе 65-25S Тихого, Атлантического и Индийского океанов.

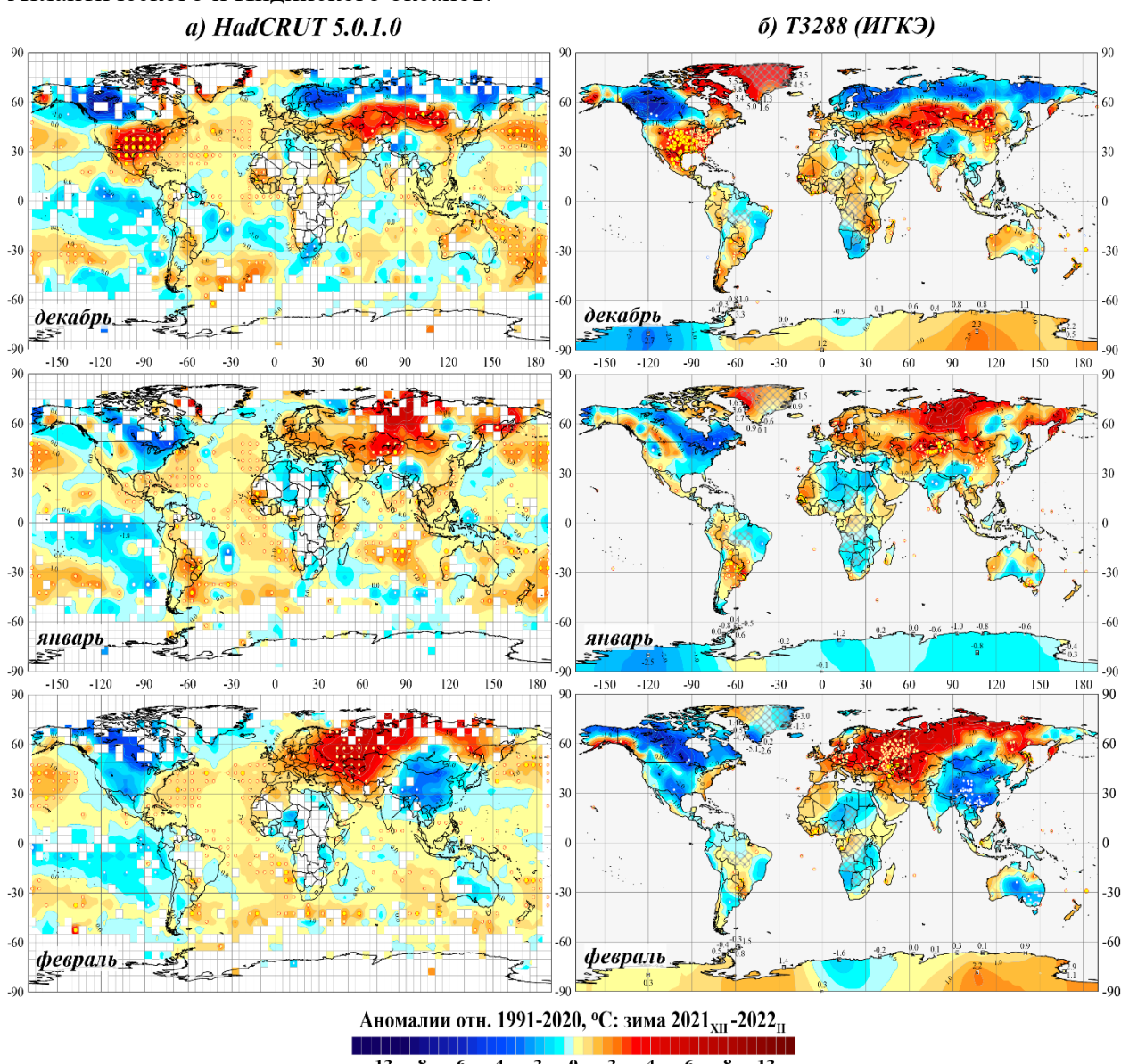


Рисунок 2.2 –См. рис. 2.1, но для средних месячных аномалий

Вторая яркая особенность сезона – область отрицательных аномалий в Северной Америке (наибольшее количество 5%-х экстремумов холода (1.8% станций) – в декабре, наибольшая площадь охвата – в феврале).

Далее – контрастные условия в Евразии: в декабре – тепло в центре, холодно – на севере и юге; в январе и феврале – тепло на севере, холодно – на юге.

Наконец, к особенностям сезона можно отнести наличие областей отрицательных аномалий во все месяцы сезона в Южной Америке (особенно в феврале), в Африке (особенно в январе и феврале), в Австралии (особенно в феврале), в Антарктиде (особенно в январе).

В целом по Земному шару, наиболее теплые условия сложились в декабре и январе: аномалия +0.24°C, ранг 5; в феврале температурные условия были менее экстремальными (глобально осредненная аномалия 0.18°C, восьмая величина в ряду).

Таблица 2.3 – Частотное распределение локальных сезонных аномалий в крупных регионах Земного шара, в зависимости от знака аномалий и их интенсивности (зима 2021/22 г., для континентов, полушарий и Земного шара в целом)

Регион	NN - число боксов/ станций	Число значений в каждой категории (в % от NN)						
		Аномалии (отн. 1991-2020 гг.)			5%-е экстремумы холода/тепла		Абсолютные экстремумы	
		V < 0	V = 0	V > 0	X ≤ P ₀₅	X ≥ P ₉₅	X = min	X = max
HadCRUT5 (суша+море)								
Земной шар	1692	31.4	5.6	63.0	0.8	19.6	0.1	2.2
Северное полушарие	944	28.8	5.1	66.1	0.6	19.8	0	1.5
Южное полушарие	748	34.6	6.3	59.1	1.1	19.3	0.1	3.1
Атлантика, 15-70N	135	12.6	5.9	81.5	-	35.6	-	3.0
Тихий океан, 20-65N	154	24.7	2.6	72.7	-	21.4	-	1.9
90-65N	91	42.9	4.4	52.7	2	1.1	-	-
65-25N	535	29.3	3.7	66.9	0	21.9	-	1.9
25S-25N	637	31.4	7.1	61.5	1.4	21.0	0.3	2.5
25-65S	411	31.1	5.8	63.0	0.2	19.2	-	2.7
65-90S	18	38.9	11.1	50.0	-	-	-	-
T3288 (только суша)								
Земной шар	2666	32.7	3.2	64.1	0.9	11.3	0.3	2.0
Северное полушарие	2244	31.8	2.9	65.3	0.5	10.6	0.2	1.4
Южное полушарие	423	37.4	5.2	57.4	3.1	15.4	1.2	5.2
Северная Америка	448	48.7	2.5	48.9	0.4	3.3	0.2	0.2
Евразия	1552	25.8	2.6	71.6	0.5	11.9	0.1	1.3
Южная Америка	151	29.8	4.6	65.6	1.3	18.5	0.7	6.0
Африка	162	32.1	4.9	63.0	0.6	20.4	0.6	8.6
Австралия	153	51.6	3.9	44.4	7.2	10.5	2.6	3.9
Антарктида	18	22.2	16.7	61.1	-	11.1	-	5.6
Европа	551	9.3	2.4	88.4	-	14.3	-	0.5
Азия	1010	34.7	2.7	62.7	0.7	10.9	0.2	1.7
Арктика, 65-90с.ш.	159	36.5	1.3	62.3	-	0.6	-	-

Условные обозначения:

1. $V < 0$, $V = 0$, $V > 0$ – категории среднегодовых аномалий
2. P_{05} , P_{95} – 5-я и 95-я процентиля
3. $\min$, $\max$ – наименьшее и наибольшее значения с 1911 г.

Таблица 2.4 –Количество локальных 5%-х экстремумов холода ($X \leq P_{05}$) и тепла ($X \geq P_{95}$) на суше Земного шара в отдельные месяцы зимнего сезона 2021/2022 гг.

Регион		Всего станций /боксов N	Декабрь 2021		Январь 2022		Февраль 2022	
			X<P ₀₅	X>=P ₉₅	X<P ₀₅	X>=P ₉₅	X<P ₀₅	X>=P ₉₅
T3288 (только суша)								
Земной шар		2666	0.9	13.4	0.5	7.8	2.4	9.2
Северное. полушарие		2244	0.6	13.0	0.4	5.9	2.0	9.9
Южное полушарие		423	2.1	15.1	0.9	18.0	5.0	5.7
Северная Америка		448	1.8	33.3	1.1	1.8	0.9	1.1
Евразия		1552	0.2	6.3	0.3	6.5	2.6	12.6
Южная Америка		151	2.0	14.6	0.7	27.2	2.0	4.6
Африка		162	0.6	27.2	-	13.0	-	7.4
Австралия		153	3.3	9.2	2.0	13.1	10.5	3.3
Антарктида		18	-	22.2	-	5.6	5.6	-
Европа		551	0.2	1.8	-	3.8	-	24.0
Азия		1010	0.2	8.7	0.5	7.9	4.0	6.7
Арктика, 65-90с.ш.		159	1.3	2.5	-	0.6	0.6	5.0
HadCRUT5 (суша+море)								
Земной шар		1692	1.2	15.9	1.1	15.0	1.2	14.1
С. полушарие		944	0.8	17.9	0.7	14.6	1.3	16.3
Южн. полушарие		748	1.6	13.4	1.6	15.5	1.2	11.2
Атлантика, 15-70N		135	-	33.3	0.7	25.9	1	31.1
Тихий океан, 20-65N		154	-	14.9	-	12.3	-	17.5
Широтные пояса	90-65N	91	1	2.2	1.1	-	1.1	4.4
	65-25N	535	0.2	20.2	0.6	13.5	1.3	19.8
	25S-25N	637	1.7	16.2	1.6	19.8	1.7	13.3
	25-65S	411	2	13.6	1.2	13.1	0.2	10.2
	65-90S	18	-	-	-	11	5.6	6

Примечание. Процентное содержание экстремумов рассчитано по всем доступным станционным и сеточным данным соответствующего месяца/сезона в рассматриваемом регионе (см. N). Значения 5-го и 95-го перцентилей (P_{05} , P_{95}) рассчитаны для каждого календарного месяца и каждой станции по данным за 1911-2021 гг.

3. КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОГО ШАРА ЗА ПЕРИОД ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ, 1850-2022 гг. (зимний сезон)

Межгодовые и межмесячные изменения глобальной температуры. Рисунок 3.1 иллюстрирует изменение глобальной температуры от года к году (по вертикали) и от месяца к месяцу (по горизонтали).

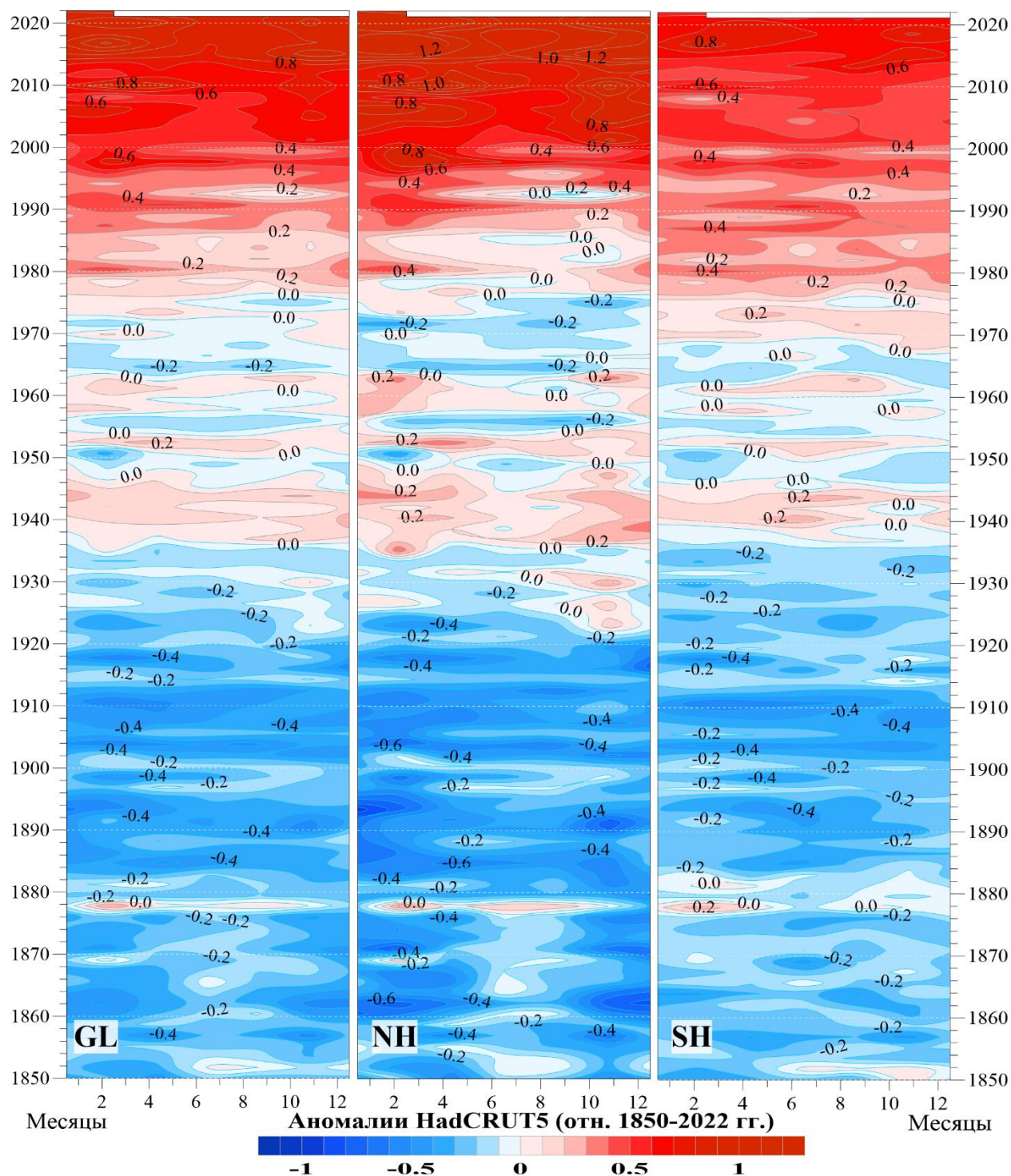


Рисунок 3.1 – Изменение аномалий средней месячной приповерхностной температуры, осредненной по территории Земного шара (GL), Северного (NH) и Южного (SH) полушарий в течение периода с января 1850 по февраль 2022 гг. (по данным HadCRUT5, Hadley/CRU, UK). Аномалии выражены как отклонения от средней за 1850-2022 гг.

На рисунке 3.1 хорошо прослеживаются и похолодание в конце 19-го - начале 20-го столетия, и арктическое потепление 1940-х, и современное глобальное потепление, начавшееся в Южном полушарии в середине 1980-х и к 1990-м гг. ставшее глобальным. В 21-м столетии потепление заметно усилилось. Наиболее ярко оно проявляется в Северном полушарии после 2010 г. В последние годы аномалии температуры зимнего сезона колеблются относительно средней всего периода наблюдений в интервале 1.0-1.4°C в Северном полушарии и 0.6-0.9°C в Южном.

Широтно-долготные разрезы. Меридиональный профиль (рис. 3.2) позволяет проследить изменение режима температуры океанов и континентов в умеренных широтах Северного полушария (40-60°с.ш.), от 180° з.д. до 180° в.д., то есть от восточного сектора Тихого океана, затем – территория США, далее – Северная Атлантика, Евразия и западный сектор Тихого океана.

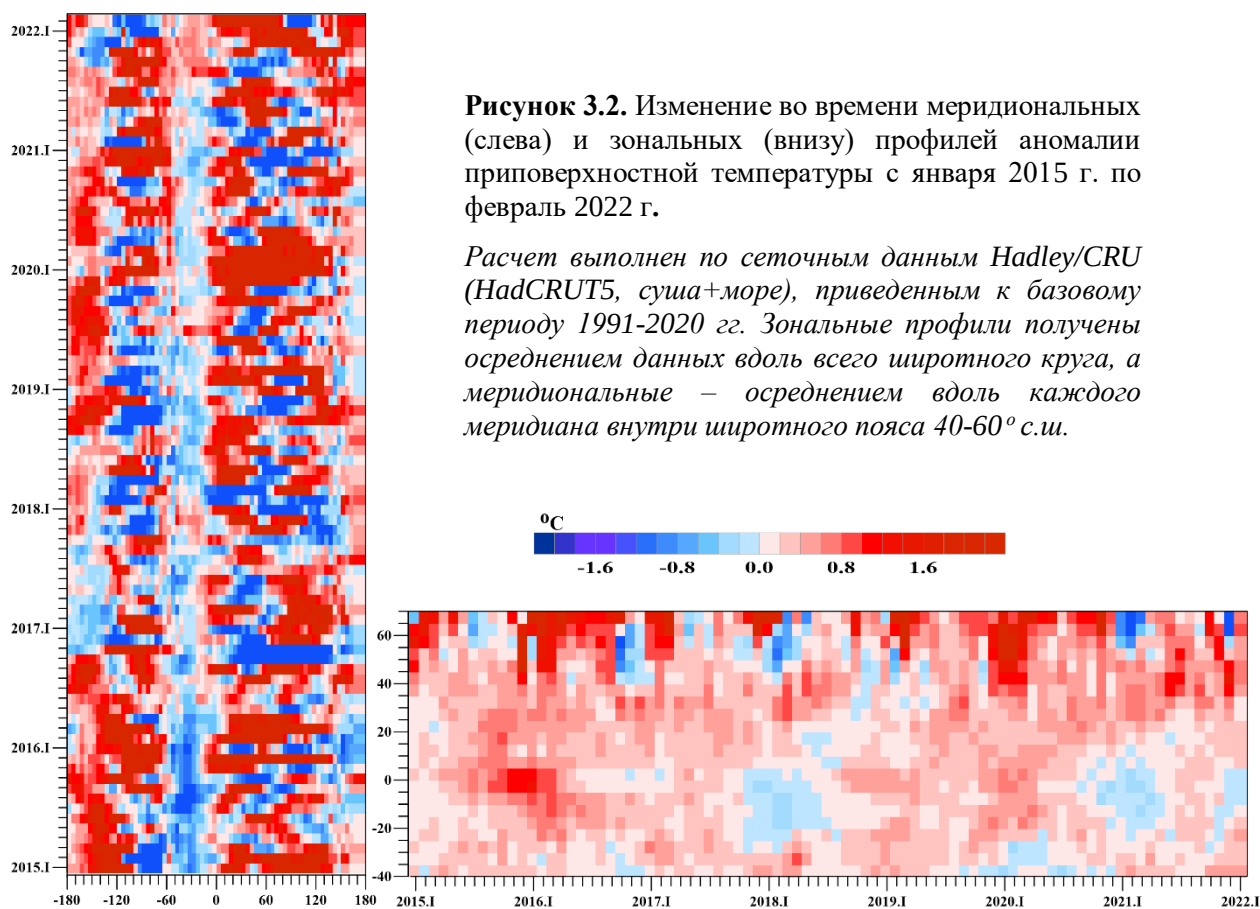


Рисунок 3.2. Изменение во времени меридиональных (слева) и зональных (внизу) профилей аномалии приповерхностной температуры с января 2015 г. по февраль 2022 г.

Расчет выполнен по сеточным данным Hadley/CRU (HadCRUT5, суша+море), приведенным к базовому периоду 1991-2020 гг. Зональные профили получены осреднением данных вдоль всего широтного круга, а меридиональные – осреднением вдоль каждого меридиана внутри широтного пояса 40-60° с.ш.

Представленный период отличался холодными аномалиями в Атлантике вплоть до июля 2021 и теплыми – в Тихом океане (за исключением периода с конца 2016 до конца 2017 гг., когда в восточном секторе Тихого океана преобладали отрицательные аномалии температуры).

В текущем сезоне, в умеренных широтах Северного полушария, положительные аномалии просматриваются на обоих океанах во все месяцы зимнего сезона (в Атлантике и в восточной части Тихого океана), а в январе – еще и западной части Тихого океана. На континентах положительные аномалии наблюдались на азиатской территории Евразии во все месяцы сезона (в декабре - в секторе 40-120E, в январе – 0-120E, в феврале –0-80E) и в декабре – в Северной Америке, в секторе 60-100W. Отрицательные аномалии наблюдались

во все месяцы в западном полушарии (в декабре в секторе 70-160W, в январе – 60-150W, в феврале – 60-120W) и в феврале – в восточном полушарии, в секторе 90-120E.

Зональные профили (рис. 3.2б) четко указывают на повышение температуры зимой 2015/16 гг. (в северных широтах и в тропиках - след мощного Эль-Ниньо); заметное понижение температуры в первой половине 2018 г. (не получивший развития Ла-Нинья); потепление в 2020 г. (особенно в северных широтах) и некоторое понижение температуры в начале и в конце 2021 года.

Временные ряды глобально осредненной температуры (рис. 3.3). На рисунке видно повышение глобальной зимней температуры от 2021 г. к 2022 (не более 0.2°C), после предшествующего скачкообразного понижения (на более 1°C в Северном полушарии).

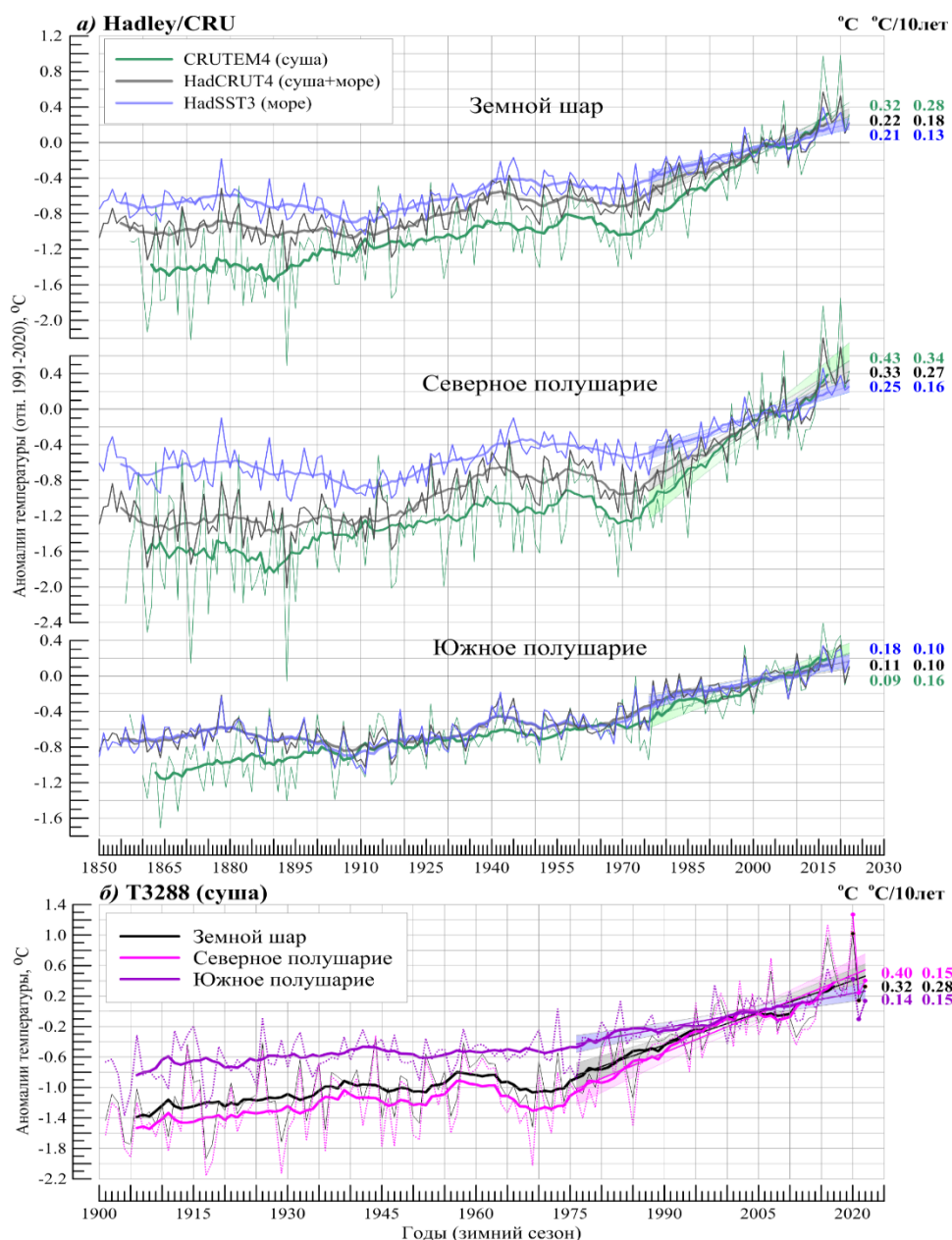


Рисунок 3.3 – Временные ряды сезонных аномалий приземной температуры (зима), осредненных по территории Земного шара, Северного и Южного полушарий: а) по данным Hadley/CRU, 1850-2022: HadCRUT5, CRUTEM5, HadSST4; б) по данным ИГКЭ, 1901-2022: T3288.

Для всех рядов показан ход 11-летних скользящих средних и линейный тренд за 1976-2022 гг. с 95% доверительным интервалом. Справа приведены числовые значения сезонных аномалий в 2022 г. (°C) и значения коэффициентов линейного тренда за 1976-2022 гг. (°C/10лет, зима).

Коэффициенты линейного тренда глобальной температуры (средняя скорость потепления за последние 47 и 100 лет) представлены в таблице 3.1, а в таблице 3.2 – результаты их сравнения в разных «факторных» подгруппах, учитывающих вид данных и территорию (с помощью показателей k1-k3 – см. боковик табл. 3.2).

Таблица 3.1 - Коэффициенты линейного тренда (°C/10 лет) глобальных временных рядов приземной температуры за 1976-2022 гг. и 1923-2022 гг. (в среднем за зимний сезон и для каждого месяца)

Регион	1976-2022				1923-2022			
	Зима	XII	I	II	Зима	XII	I	II
HadCRUT5 (суша+море)								
Земной шар	0.183	0.187	0.178	0.183	0.106	0.102	0.106	0.112
Северное полушарие	0.267	0.274	0.258	0.269	0.122	0.115	0.121	0.130
Южное полушарие	0.098	0.099	0.098	0.098	0.091	0.089	0.090	0.094
T3288-ИГКЭ (суша)								
Земной шар	0.282	0.276	0.288	0.283	0.155	0.141	0.156	0.170
Северное полушарие	0.340	0.326	0.343	0.351	0.178	0.158	0.176	0.200
Южное полушарие	0.151	0.163	0.163	0.127	0.088	0.090	0.098	0.078
CRUTEM5 (суша)								
Земной шар	0.283	0.279	0.283	0.286	0.146	0.137	0.143	0.158
Северное полушарие	0.345	0.333	0.340	0.362	0.168	0.153	0.161	0.191
Южное полушарие	0.159	0.173	0.168	0.136	0.102	0.106	0.107	0.093
HadSST4 (море)								
Земной шар	0.131	0.137	0.130	0.126	0.082	0.081	0.082	0.082
Северное полушарие	0.164	0.180	0.160	0.152	0.075	0.079	0.075	0.073
Южное полушарие	0.102	0.099	0.104	0.104	0.090	0.086	0.092	0.093

Таблица 3.2 – Сравнение средней скорости глобального потепления (у поверхности) в разных «факторных» подгруппах, в среднем за зимний сезон 2021/22 года

k ₁	Показатель	1976-2022			1923-2022		
		ЗШ	СП	ЮП	ЗШ	СП	ЮП
	$b_{T3288}/b_{HadSST4}$ $b_{CRUTEM5}/b_{HadSST4}$	2.15 2.16	2.07 2.10	1.48 1.56	1.89 1.78	2.37 2.24	0.98 1.13
k ₂	$b_{СП}/b_{ЮП}$	1976-2022			1923-2022		
		T3288	CRUTEM	HadSST	T3288	CRUTEM	HadSST
		2.25	2.17	1.61	2.02	1.65	0.83
k ₃	$b_{1976-2022}/b_{1923-2022}$	СП			ЮП		
		T3288	CRUTEM	HadSST	T3288	CRUTEM	HadSST
		1.91	2.05	2.19	1.72	1.56	1.13

Для определенности отметим, что показатели k1-k3 сравнивают интенсивность (среднюю скорость) потепления в следующих «факторных» подгруппах: k1 - на суше и на

акваториях океанов, k_2 - в Северном и Южном полушариях, k_3 – современное потепление и потепление последнего 100-летия.

Из данных таблицы 3.2 можно сделать следующие выводы.

- Потепление (и современное, и в целом за 100 лет) над сушей протекает быстрее, чем над океанами: $k_1=1.1 - 2.4$ (больше 1). Отметим, что в последние 40-50 лет этот контраст («континенты - океаны») в Южном полушарии усилился, а в Северном полушарии, наоборот, стал слабее.
- В Северном полушарии средняя скорость потепления выше, чем в Южном: $k_2=1.6-2.2$, за исключением поверхности океанов на 100-летнем интервале – здесь $k_2=0.8$ (меньше 1); для современного потепления $k_2 \approx 2.2$ на суше, $k_2 \approx 1.6$ - на поверхности океанов.
- Современное потепление ускорилось по сравнению со 100-летним в $k_3=1.9 - 2.2$ раз в Северном полушарии и только в $k_3=1.1-1.7$ раза – в Южном. При этом в Северном полушарии коэффициент ускорения примерно одинаков на суше ($k_3=1.9-2.0$) и на поверхности океанов ($k_3=2.2$); а в Южном – сильнее над сушей ($k_3=1.6-1.7$) против $k_3=1.1$ (в океанах).

4. ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ РЕГИОНАЛЬНО ОСРЕДНЕННЫХ АНОМАЛИЙ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ, 1911-2022 гг. (зимний сезон)

Представленные ниже временные ряды (рис. 4.1, 4.2, 4.3) рассчитаны по методике ИГКЭ, по сеточным данным HadCRUT5 (для пяти широтных поясов и северных частей Атлантического и Тихого океанов) и по данным станционных наблюдений T3288 (для шести континентов и для Европы и Азии отдельно). Данные до 1911 г. не приводятся, т.к. представляются недостаточно полными и надежными (особенно над океанами). На всех временных рядах показаны тренды за период 1976-2022 гг., условно принятый за период современного глобального потепления. Числовые оценки трендов для всех регионов приведены в табл. 4.1

Таблица 4.1 – Коэффициенты линейного тренда ($^{\circ}\text{C}/10 \text{ лет}$) регионально осредненных аномалий приземной температуры за 1976-2022 гг. (в среднем за сезон и по месяцам)

Регион	Зима		Декабрь		Январь		Февраль	
	b	α	b	α	b	α	b	A
<i>HadCRUT5 (суша+море)</i>								
Атлантика (15-70N)	0.202	0.0	0.210	0.0	0.203	0.0	0.194	0.0
Тихий океан (20-65N)	0.160	0.0	0.178	0.0	0.147	0.0	0.156	0.0
Арктический пояс (65-90N)	0.542	0.0	0.604	0.0	0.456	0.2	0.572	0.1
Умеренный пояс СП (25-65N)	0.272	0.0	0.258	0.0	0.278	0.0	0.281	0.0
Тропики (25S-25N)	0.145	0.0	0.155	0.0	0.140	0.0	0.139	0.0
Умеренный пояс ЮП (65-25S)	0.107	0.0	0.097	0.0	0.111	0.0	0.109	0.0
Антарктический пояс (90-65S)	-0.058	6.7	-0.050	22.6	-0.069	8.0	-0.049	13.8
<i>T3288 (только суша)</i>								
Северная Америка	0.374	0.1	0.505	0.2	0.530	0.1	0.107	59.6
Евразия	0.350	0.0	0.242	2.8	0.317	0.8	0.489	0.0
Южная Америка	0.162	0.0	0.160	0.0	0.180	0.0	0.142	0.0
Африка	0.258	0.0	0.288	0.0	0.221	0.0	0.260	0.0
Австралия	0.142	1.4	0.151	5.7	0.237	0.3	0.047	51.5
Антарктида	-0.042	44.1	-0.060	46.5	-0.074	31.9	0.002	99.9
Европа	0.555	0.2	0.487	2.0	0.511	2.9	0.664	1.8
Азия	0.293	0.0	0.178	9.5	0.263	2.4	0.438	0.0

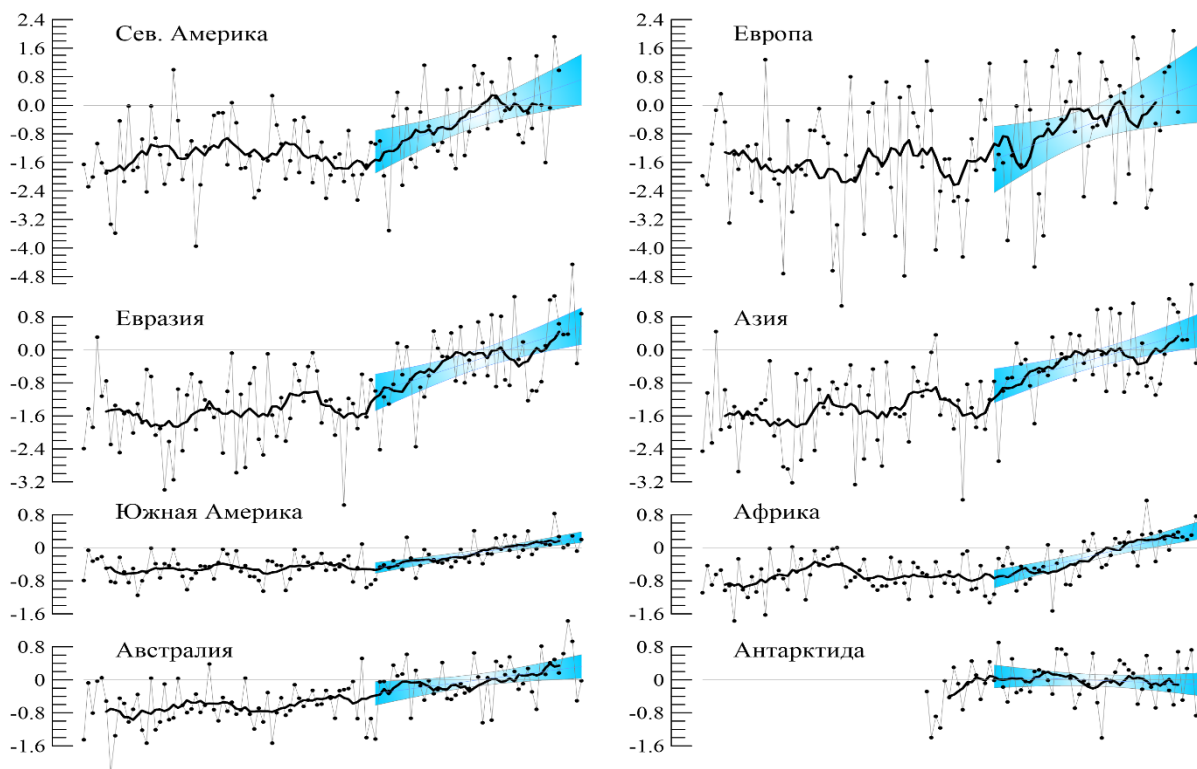
Примечание. Синим шрифтом выделены ячейки с отрицательным трендом (тенденция к похолоданию). Оценки с уровнем значимости выше 10% (статистически незначимые) выделены заливкой серого цвета, выше 5% (до 10%) – светлосерого, выше 1% (до 5%) – светлозеленого. Остальные оценки статистически значимы на 1%-м уровне (из них большая часть, судя по таблице, даже на 0.1%-м)

Как следует из таблицы 4.1, в Антарктическом поясе (90-65S) и Антарктиде, в целом по каждому региону, получен отрицательный тренд, в среднем за зимний сезон и в каждом месяце (кроме Антарктиды в феврале). Во всех этих случаях вероятность ложного тренда 7-23% в Антарктическом поясе и 32-99% в Антарктиде, т.е. здесь можно уверенно говорить об отсутствии устойчивой однонаправленной тенденции в изменении температуры данного сезона (в Южном полушарии это лето). Во всех остальных регионах (кроме Австралии), в среднем по территории и за сезон, сохраняется тенденция к потеплению, статистически значимая на 1%-м уровне (месячные оценки для евразийских регионов менее определены).

В Австралии сезонный тренд значим на 5%-м уровне, но в декабре – на 10%-м, в феврале – вовсе не значим. Регион наиболее интенсивного потепления (с учетом

континентов и океанов) – Арктический широтный пояс ($+0.54^{\circ}\text{C}/10$ лет в целом за сезон, в декабре $+0.60$), только на суше – Европа ($0.56^{\circ}\text{C}/10$ лет в среднем за сезон). Более детально проследить многолетний ход приземной температуры в каждом регионе можно по временным рядам (рис. 4.1-4.3) и оценкам современных тенденций в их изменении (табл. 4.1).

а) T3288 (только суша)



б) HadCRUT5 (суша+море)

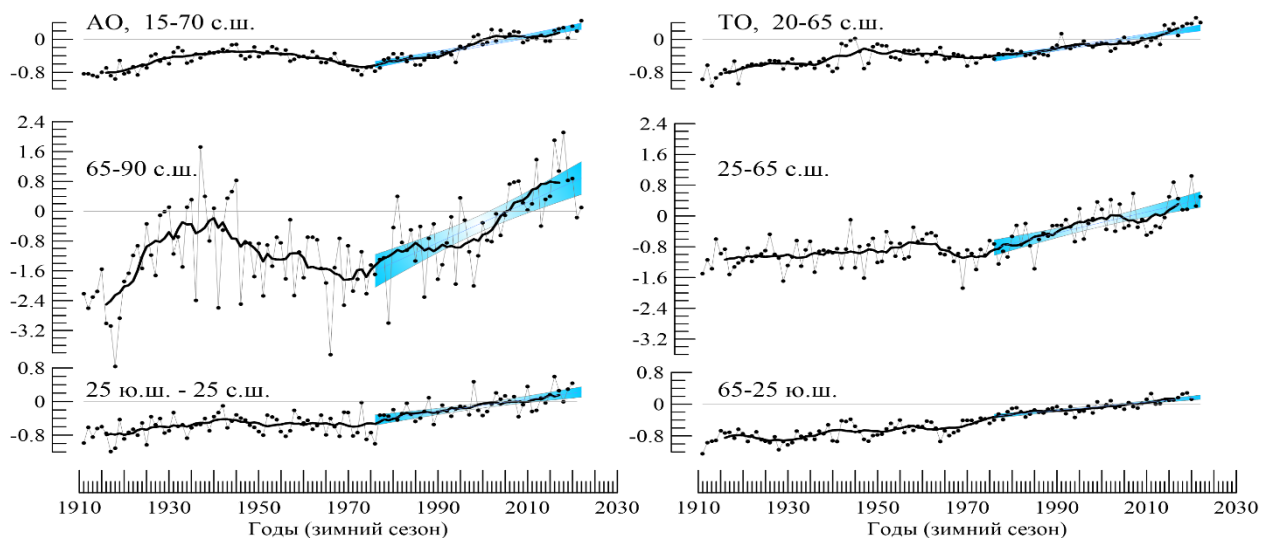


Рисунок 4.1 – Временные ряды пространственно осредненных аномалий приземной температуры зимнего сезона для континентов (а), северных частей Атлантического и Тихого океанов (б, вверху) и основных широтных поясов земного шара (б, внизу).

Расчеты выполнены по методике ИГКЭ по данным T3288 (для континентов) и HadCRUT5 (для океанов и широтных поясов). Аномалии приведены в отклонениях от средних за 1991–2020 гг. Сглаженные кривые (жирная линия) получены 11-летним скользящим осреднением. Показан линейный тренд за 1976–2022 гг. с 95%-м доверительным интервалом (голубая заливка).

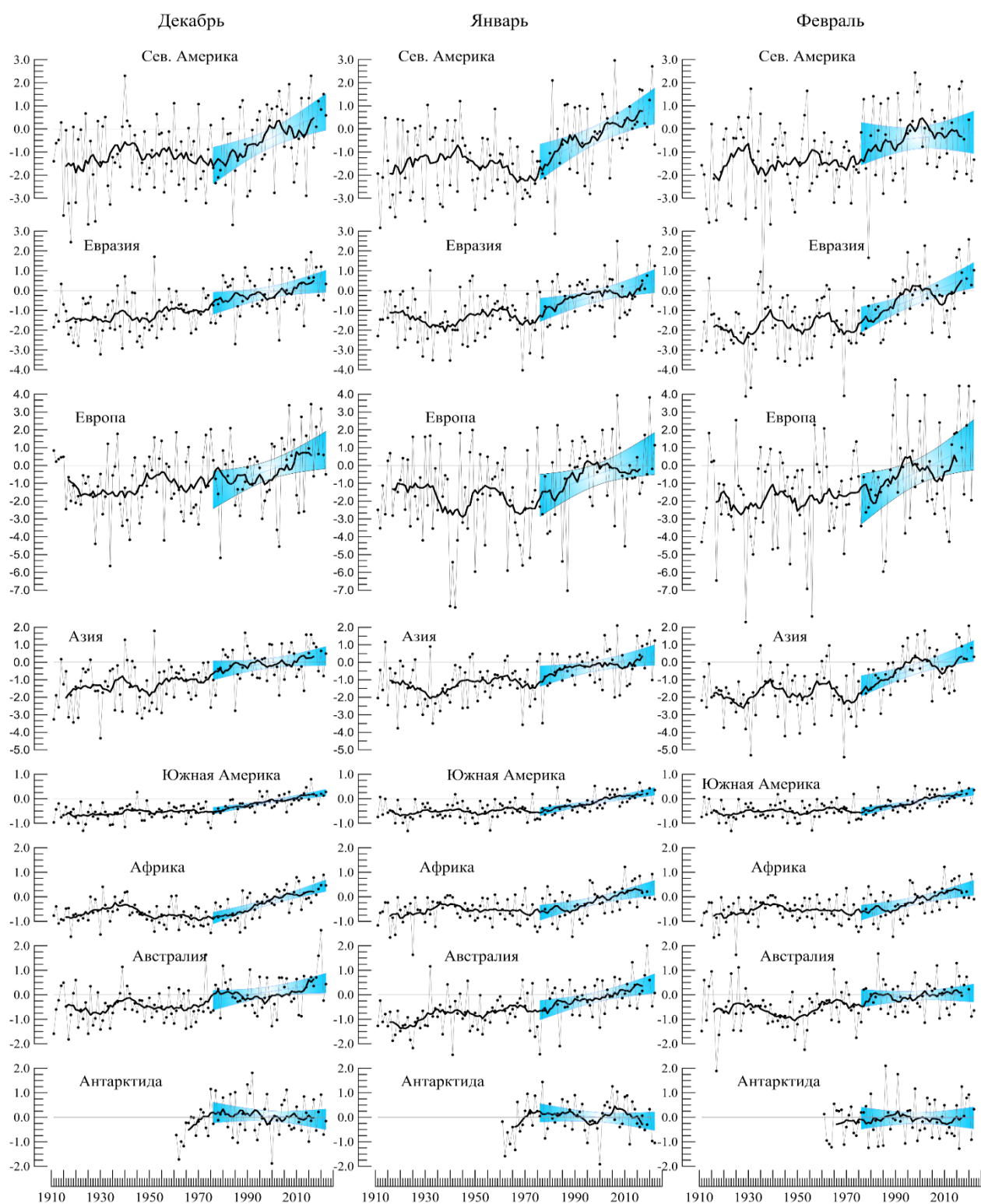


Рисунок 4.2 – См. рис. 4.1. но для аномалий зимних месяцев и только для континентов
Расчеты выполнены по методике и данным ИГКЭ с использованием массива T3288.

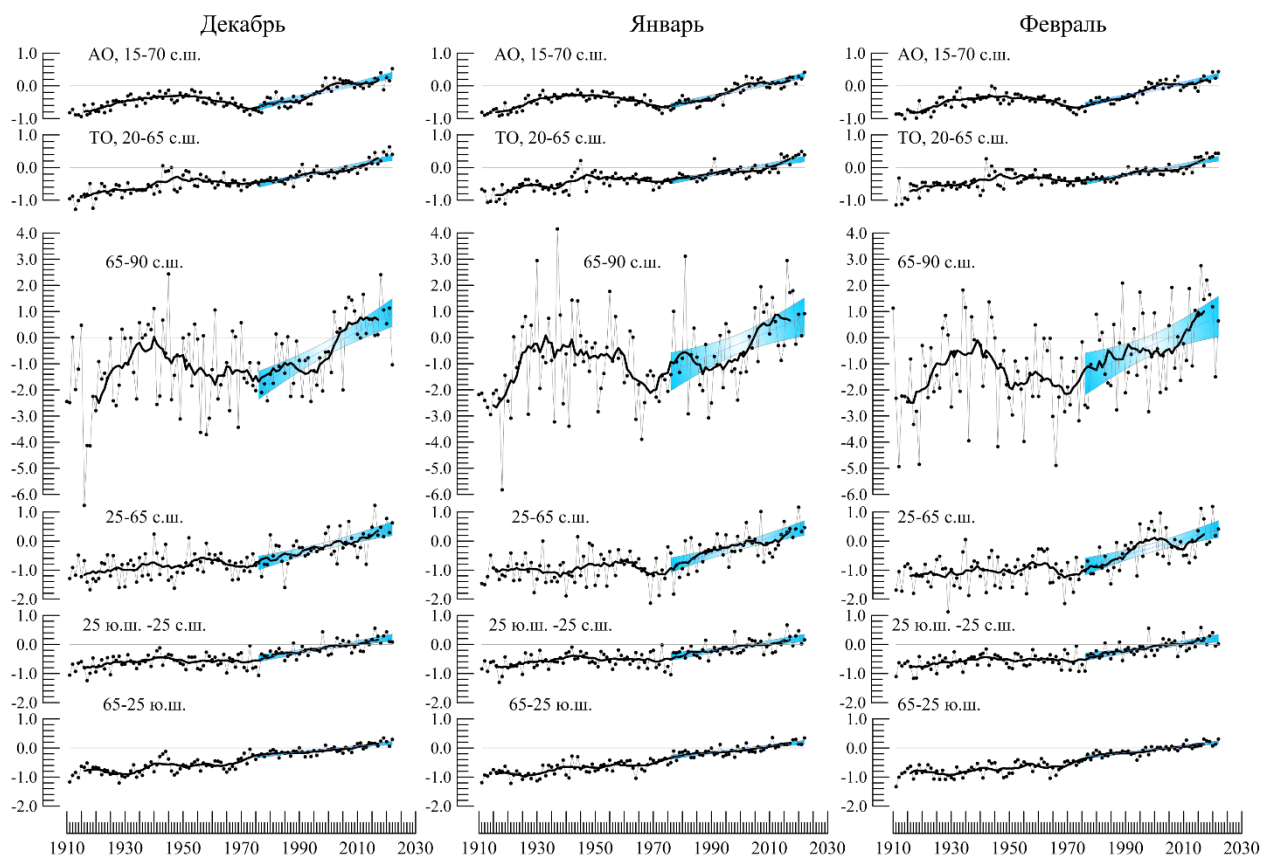


Рисунок 4.3 – См. рис. 4.1., но только для океанов и широтных поясов земного шара.
Расчеты выполнены по методике ИГКЭ с использованием массива сеточных данных HadCRUT5 (данные Hadley/CRU, суша+море).

5. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА, 1976-2022 гг. (зимний сезон)

В главе представлены географические распределения коэффициентов линейного тренда приповерхностной температуры за 1976-2022 гг. для зимнего сезона (рис.5.1.) и для каждого зимнего месяца (рис. 5.2). Использованы данные наблюдений на 2646 станциях (массив T3288) и в центрах 1663 боксов (массив HadCRUT5), для которых своевременно поступили данные за 2021_{II}-2022_{II}. В таблице 5.1 приведено частотное распределение коэффициентов тренда в зависимости от географического региона, направленности тренда и уровня значимости. В ячейках таблицы для каждого региона указано реальное число учтенных данных NN (станций/боксов) в регионе и их доля в каждой анализируемой выборке (в процентах от NN).

Таблица 5.1 – Частотное распределение локальных оценок тренда
в крупных регионах земного шара, в зависимости от знака коэффициента тренда
и его статистической значимости (1976-2022, зимний сезон)

Регион	NN	Выборки по знаку коэффициента тренда						
		b<0	b=0	b>0	b<0		b>0	
					α<=5%	α>=10%	α<=5%	α>=10%
HadCRUT5 (суша+море)								
Земной шар	1663	7.0	1.1	91.9	1.0	5.8	60.6	25.1
Северное полушарие	941	1.8	0.5	97.7	0.1	1.7	67.8	23.7
Южное полушарие	722	13.9	1.8	84.3	2.1	11.1	51.1	26.9
АО, 15-70N	133	1.5	0.8	97.7	-	1.5	88.7	4.5
ТО, 20-65N	154	0.6	-	99.4	-	0.6	88.3	4.5
90-65N	90	1.1	1.1	97.8	-	1.1	72.2	18.9
65-25N	533	1.1	0.2	98.7	-	1.1	61.9	28.7
25S-25N	636	7.1	1.4	91.5	1.1	5.7	72.0	15.9
25-65S	387	14.2	1.8	84.0	1.6	11.9	39.3	36.7
65-90N	17	58.8	-	41.2	17.6	41.2	11.8	23.5
T3288 (только суша)								
Земной шар	2646	5.6	0.4	94.1	0.6	4.6	53.8	31.3
Северное полушарие	2234	3.6	0.2	96.2	0.4	3.1	56.0	31.5
Южное полушарие	413	16.2	1.5	82.3	2.2	12.8	42.4	30.5
С. Америка	445	2.7	-	97.3	0.4	2.2	51.2	37.1
Евразия	1550	3.4	0.1	96.5	0.3	3.0	55.0	32.5
Ю. Америка	148	11.5	1.4	87.2	2.7	6.8	47.3	32.4
Африка	157	9.6	1.9	88.5	-	8.9	60.5	15.9
Австралия	146	21.2	2.1	76.7	2.1	18.5	26.7	38.4
Антарктида	18	44.4	5.6	50.0	16.7	27.8	11.1	33.3
Европа	551	0.5	-	99.5	-	0.5	76.6	13.8
Азия	1008	5.0	0.1	94.9	0.5	4.4	43.3	42.8
Арктика, 65-90N	159	1.9	-	98.1	-	1.9	70.4	21.4

Примечание. Таблица обобщает распределение оценок тренда на рис. 5.1. Процентное содержание рассчитано относительно NN (NN - общее количество учтенных станций/боксов в регионе).

Потепление зимних сезонов наблюдается на большей части Земного шара – положительные сезонные тренды составляют 94% всех локальных оценок по станционным данным T3288 и 92% по данным HadCRUT5; статистически значимых среди них (на 5%-м уровне) 54 и 61%, соответственно, при том, что статистически значимые отрицательные коэффициенты составляют всего 0.6 и 1% от всех оценок того же источника (в целом по земному шару,). Аналогичные оценки представлены в таблице 5.1 для каждого из рассматриваемых регионов.

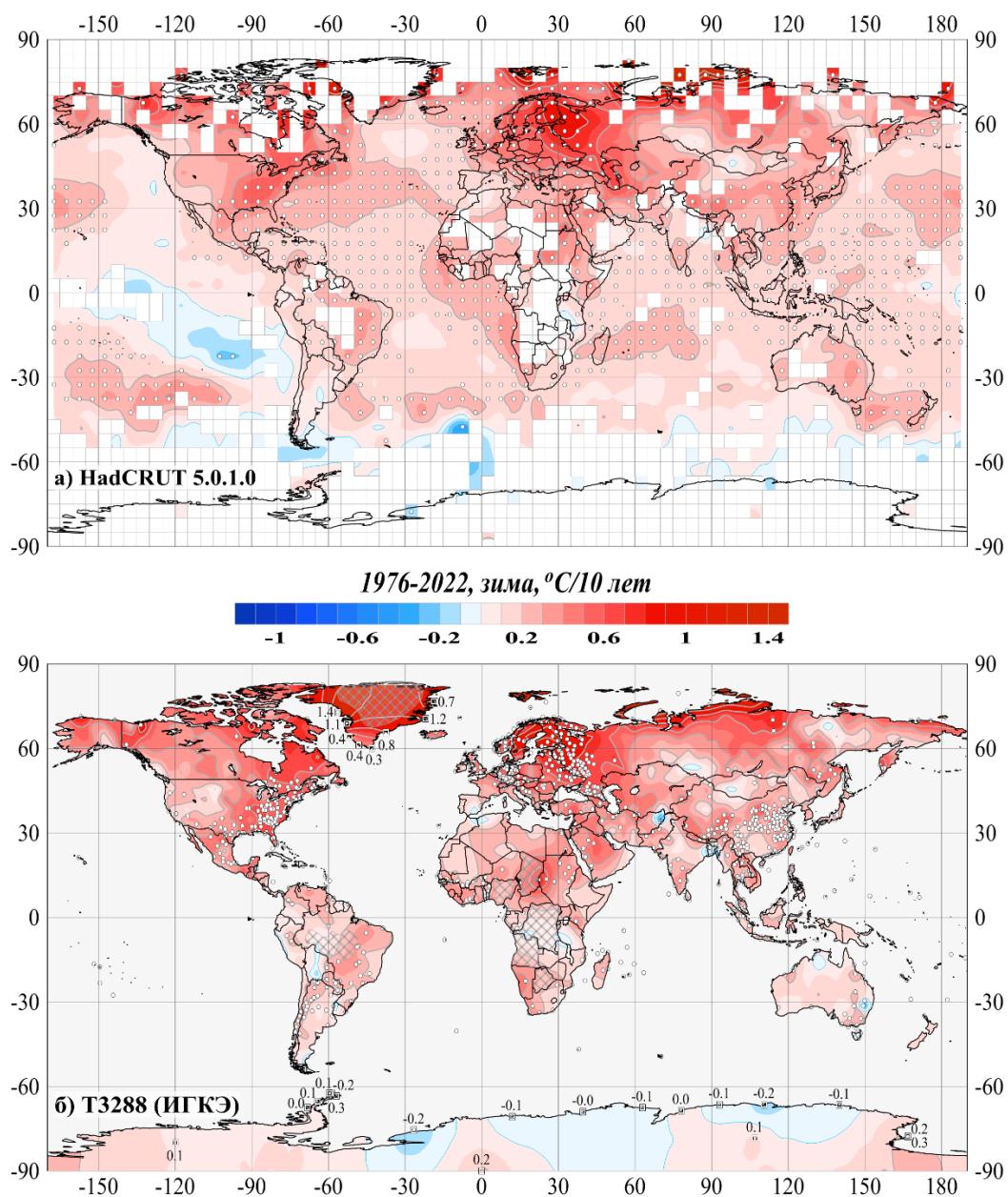


Рисунок 5.1 – Пространственное распределение коэффициентов линейного тренда сезонных аномалий температуры у поверхности Земного шара, 1976-2022 (зима), °C/10 лет
Использованы данные: а) HadCRUT5 – сеточные данные Hadley/CRU, UK (суша+море); б) T3288 – станционные данные ИГКЭ (только суша). Пустыми боксами (а) и штриховкой (б) показаны области отсутствия наблюдений. Для станций Антарктиды и Гренландии приведены числовые значения коэффициентов тренда. Белыми кружками выделены боксы/станции, на которых тренд статистически значим на 1%-м уровне (с черной обводкой) или на 5%-м уровне (без обводки).

На акваториях Мирового океана также преобладает положительный тренд, притом, что он в Северном полушарии статистически значим, преимущественно, на 1%-м уровне (рис. 5.1). Отрицательный тренд отмечается на акваториях Южного полушария: на юге Атлантического и Индийского океанов, в экваториальной зоне Тихого океана и у западного побережья Южной Америки.

В пространственном распределении месячных оценок, как и сезонных, преобладает тенденция к потеплению (рис. 5.2).

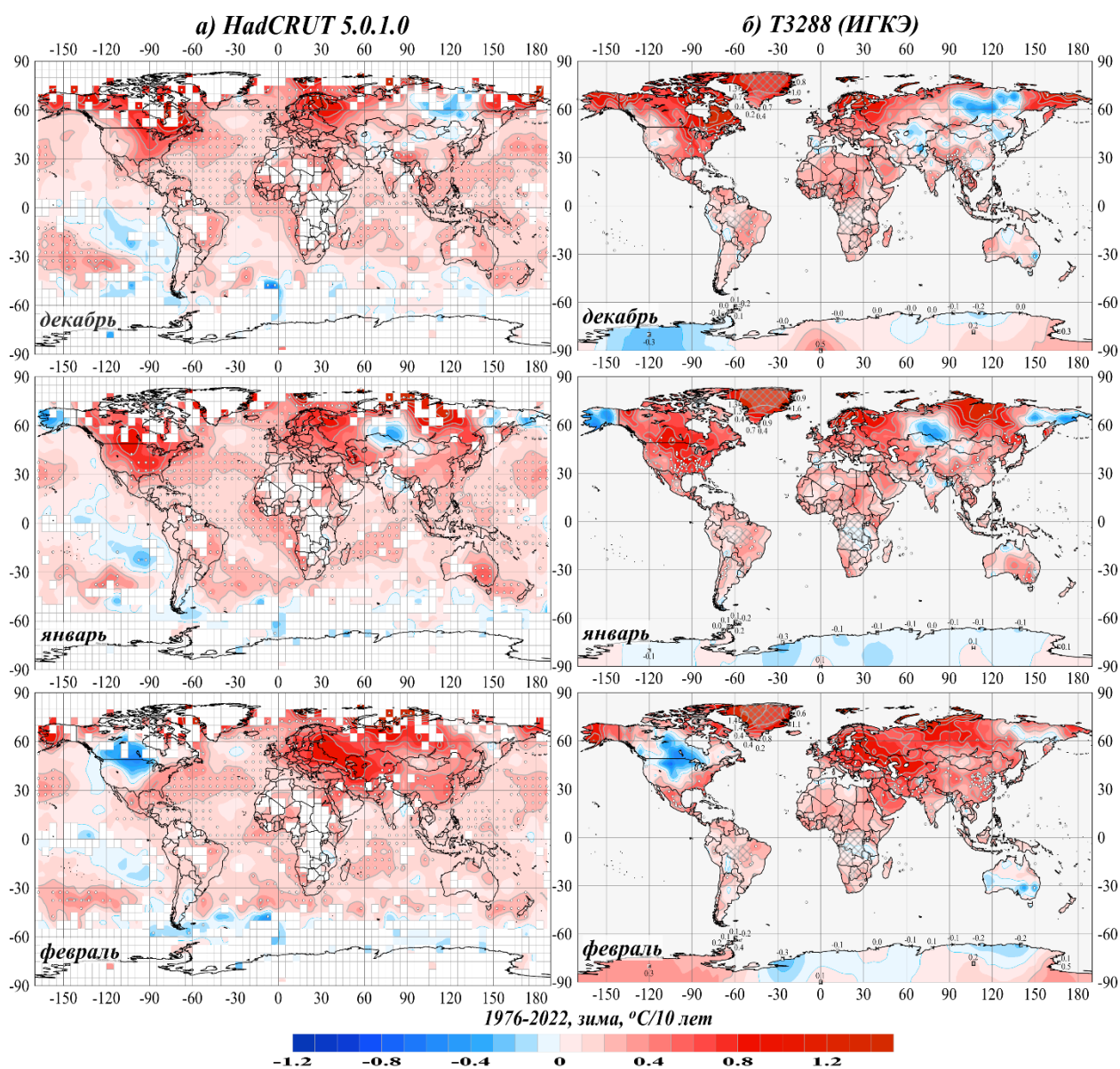


Рисунок 5.2 – См. рис. 5.1, но для коэффициентов тренда среднемесячных аномалий температуры зимних месяцев.

Дополнительно полезно отметить, что в Арктике положительны 98.1% всех сезонных оценок, в том числе 70.4% значимы на 5%-м уровне (значения коэффициентов тренда более 1.0°C/10 лет). Область наиболее интенсивных трендов включает также ЕЧР, восточное побережье Северной Америки и Китая, а максимальная скорость потепления отмечается на островах Карского и Баренцева морей (до +2.5°C/10лет).

В то же время на всех континентах, в целом за сезон и в отдельные месяцы, отмечаются области статистически незначимого положительного тренда, наиболее обширные из которых расположены в Евразии (в основном, в Сибири и на Дальнем Востоке), на севере Северной Америки (большая часть Канады), на севере Африки и на севере Австралии. Все они статистически не значимы даже на 10%-уровне. На акваториях океанов в каждом из зимних месяцев сохраняются особенности сезонного распределения.

Таблица 5.2 – Доля статистически значимых на 5%-м уровне оценок ($\alpha \leq 5\%$) линейных трендов в крупных регионах Земного шара в зимние месяцы 1976-2022 гг. (в зависимости от региона и знака тренда)

Регион	NN	Декабрь 2021		Январь 2022		Февраль 2022	
		b<0	b>0	b<0	b>0	b<0	b>0
HadCRUT5 (суша+море)							
Земной шар	1663	0.4	48.3	0.9	46.6	0.7	47.0
Северное полушарие	941	-	57.3	0.1	54.0	-	53.7
Южное полушарие	722	1.0	36.6	1.9	37.0	1.7	38.2
АО, 15-70N	133	-	85.0	-	81.2	-	74.4
ТО, 20-65N	154	-	66.2	-	57.8	-	77.3
90-65N	90	-	60.0	-	50.0	-	42.2
65-25N	533	-	48.6	-	49.5	-	51.2
25S-25N	636	0.5	63.2	0.9	57.2	0.2	56.1
25-65S	387	1.0	22.5	1.6	26.4	2.3	28.4
65-90N	17	-	5.9	17.6	-	11.8	17.6
T3288 (только суша)							
Земной шар	2646	0.5	30.2	0.5	36.1	0.5	34.0
Северное полушарие	2234	0.3	29.9	0.3	35.4	0.2	35.5
Южное полушарие	413	1.9	31.7	1.5	40.0	2.2	25.9
С. Америка	445	-	44.0	-	51.0	0.2	16.4
Евразия	1550	0.3	21.8	0.4	29.4	0.1	39.5
Ю. Америка	148	2.7	27.7	2.7	43.2	1.4	31.8
Африка	157	0.6	56.1	-	29.9	0.6	29.9
Австралия	146	2.1	19.2	-	37.7	3.4	8.9
Антарктида	18	11.1	5.6	11.1	5.6	11.1	11.1
Европа	551	0.2	27.8	0.2	29.9	-	47.2
Азия	1008	0.3	18.4	0.5	29.0	0.2	35.6
Арктика, 65-90N	159	0.6	54.7	-	49.1	-	20.1

Примечание. Таблица обобщает распределение оценок на рис. 5.2. Процентное содержание рассчитано относительно NN (NN - общее количество станций/боксов в регионе).

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Зимний сезон 2021/22 стал шестым самым теплым сезоном в целом по всей территории Земного шара и по Северному полушарию (аномалии, соответственно, $+0.218$ и $+0.329^{\circ}\text{C}$), и седьмым – по Южному полушарию ($+0.107^{\circ}\text{C}$). Самыми теплыми зимами в истории наблюдений остаются, соответственно, зимние сезоны 2015/16 гг. (аномалии $+0.569^{\circ}\text{C}$ и $+0.803^{\circ}\text{C}$) и 2019/20 гг. ($+0.351^{\circ}\text{C}$)

- На территории суши Земного шара, текущий зимний сезон оказался на шестом месте среди самых теплых сезонов по данным T3288 (аномалия $+0.324^{\circ}\text{C}$) и седьмым - по данным CRUTEM5 (аномалия $+0.213^{\circ}\text{C}$); а по температуре на поверхности океанов (HadSST4) – на пятом месте ($+0.213^{\circ}\text{C}$).

- Зимой 2021/22 г. в глобальном поле приземной температуры преобладали положительные аномалии. Рекордно теплые условия сложились в северных частях Атлантики (15-70N) и Тихого океана (20-65N), а также в Умеренном поясе Южного полушария (аномалии 0.45°C , 0.41°C , 0.31°C , соответственно). Положительные сезонные аномалии составили 63.0% всех данных (HadCRUT5, суша+море) и 64.1% данных наземных станций (T3288, только суша). Последние включают 81.5% боксов с акватории Атлантики (15-70N), 72.7% - с акватории Тихого океана (20-65N) и 71.6% евразийских станций (расположены, в основном, в Сибири, Малой и Центральной Азии).

- Основные особенности сезона: с одной стороны, экстремально теплые условия в океанах Северного и Южного полушария (северные части Атлантического и Тихого океанов и умеренные широты южных акваторий Тихого, Атлантического и Индийского океанов), а с другой - области отрицательных аномалий практически на всех континентах Земного шара (в Северной Америке, Евразии, Африке, Южной Америке, Австралии и Антарктиде). При этом в Евразии во все месяцы сезона наблюдались контрастные условия: в декабре – тепло в центре, холодно – на севере и юге; в январе и феврале – тепло на севере, холодно – на юге.

- На большей части Земного шара продолжается потепление зимних сезонов: положительные тренды составляют 91.9% всех локальных оценок по данным на континентах и океанах (HadCRUT5) и 94.1% оценок по данным наземных станций (T3288). Отрицательные тренды составляют, соответственно, 7.0 и 5.6%, и только 0.6 и 1.0% из них статистически значимы на 5%-м уровне.

- Область наиболее интенсивного потепления – Арктика ($+0.54^{\circ}\text{C}/10$ лет в среднем по арктическому широтному поясу 65-90N), а на суше - Европа ($+0.56^{\circ}\text{C}/10$ лет в среднем по региону). По локальным данным максимальная скорость потепления зимних сезонов отмечается на островах Карского и Баренцева морей ($+2.20 \dots +2.5^{\circ}\text{C}/10\text{лет}$). В то же время, как по сезонным оценкам, в течение всех трех месяцев, на всех континентах выделяются области слабого отрицательного тренда, статистически не значимого даже на 10%-м уровне.

- По-прежнему, средняя скорость потепления (и современного, и за последние 100 лет) над сушей выше, чем над океанами, в Северном полушарии выше, чем в Южном, и притом в Северном полушарии в последние 50 лет удвоилась в сравнении со столетним (на всей территории, на суше и на поверхности океанов), а в Южном – увеличилась примерно в 1.5 раза на суше, и почти не изменилась на поверхности океанов.